SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT ATMOSPHERIQUE

RAPPORT DE PROJET:

Calcul du mouvement vertical à partir des données de surface

par

René Servranckx (ACTP/Q)

31 AOUT 1990

TABLE DES MATIERES

Page

1. Introduction..... 1

2. Description des modèles utilisés pour obtenir oméga..... 1

   2.1 Logiciel du CRIM..... 1

   2.2 Modèle EFR..... 2

3. Application à des cas..... 2

   3.1 Dates choisies..... 2

   3.2 Domaine utilisé pour la vérification..... 3

   3.3 Méthode de vérification..... 3

   3.4 Relations qui ont été vérifiées..... 4

   3.5 Définitions, conventions et remarques..... 6

4. Résultats..... 8

   4.1 Relation entre le oméga du CRIM et la présence d'un plafond..... 8

   4.2 Relation entre le oméga du EFR à T_0 et la présence d'un plafond..... 10

   4.3 Relation entre le oméga du CRIM et celui du EFR..... 12

   4.4 Relation entre le oméga prévu par le EFR et la présence d'un plafond..... 14

   4.5 Corrélation entre le oméga du EFR à T_0 et la prévision de 12 heures pour le même temps..... 14

5. Analyse des résultats et discussion..... 15

   5.1 Comparaison entre le EFR et le CRIM: vitesse verticale diagnostiquée et nuages..... 15

Page

5.2 Comparaison entre le oméga du EFR et celui du CRIM..... 16

5.3 Relation entre le oméga prévu du EFR et la présence d'un plafond..... 16

5.4 Qualité de l'analyse objective du CRIM..... 17

6. Conclusion..... 18

Annexes

1. Analyses de surface du CMQ pour chacun des cas (T_0 seulement).

2. Vitesses verticales du CRIM à 850 et 700 mb pour chacun des cas (T_0 seulement).

3. Vitesses verticales du EFR à 850 et 700 mb pour chacun des cas (T_0 seulement).

1. Introduction

Ce rapport présente les résultats d'un projet qui a été réalisé au cours de l'été 1990. Il fût entrepris afin de faire une évaluation pré-opérationnelle d'un logiciel du Centre de Recherche Informatique de Montréal (CRIM). Ce logiciel permet de calculer la vitesse verticale dans la basse atmosphère à partir des observations de surface et ce, en temps quasi-réel.

Le projet avait pour objectif d'évaluer l'utilité du logiciel comme outil diagnostique pour la météorologie d'exploitation. Plus spécifiquement, nous voulions comparer les vitesses verticales diagnotiquées par le logiciel du CRIM aux analyses de nuages ainsi qu'aux vitesses produites par le Modèle Régional aux Eléments Finis (EFR) du Centre météorologique Canadien.

2. Description des modèles utilisés pour obtenir oméga

2.1 Logiciel du CRIM

Ce logiciel utilise essentiellement la méthode proposée par Zwack et Kabil (Monthly Weather Review, vol. 116, pp. 795-803) pour le calcul du oméga dans la basse atmosphère. Deux termes de forçage sont utilisés: le tourbillon géostrophique de surface et la tendance du tourbillon géostrophique de surface. De plus, l'advection de tourbillon dans la couche limite est incluse. Cependant, on néglige la composante orographique de la vitesse verticale.

Les rapports horaires des stations de surface sont utilisés. Un certain contrôle de la qualité de l'observation est fait en ce qui concerne la tendance de pression. Ainsi, la valeur rapportée à 12Z est comparée à la différence entre la pression rapportée à 12Z et 09Z. La donnée est rejetée si la différence excède 0.3 mb par 3 heures. On considère que cette tendance représente une valeur moyenne à 10:30Z. En ce qui concerne la pression, il n'y a pas de contrôle qualité. On fait également une moyenne entre 12Z et 09Z afin d'obtenir une valeur de la pression à 10:30Z.

A partir de ces données, une analyse objective est faite avec la méthode de Barnes ce qui produit des valeurs de la pression et de sa tendance sur une grille avec un espacement de 100 kilomètres entre les points (à 60^0 nord). Le oméga est ensuite calculé pour 10:30Z à des niveaux choisis entre le sommet de la couche limite planétaire et 600 mb. De façon similaire, on peut obtenir des valeurs pour 13:30, 16:30, 19:30, 22:30, 01:30, 04:30 et 07:30Z.

Les figures 2.1 à 2.6 présentent des exemples de cartes produites par le logiciel.

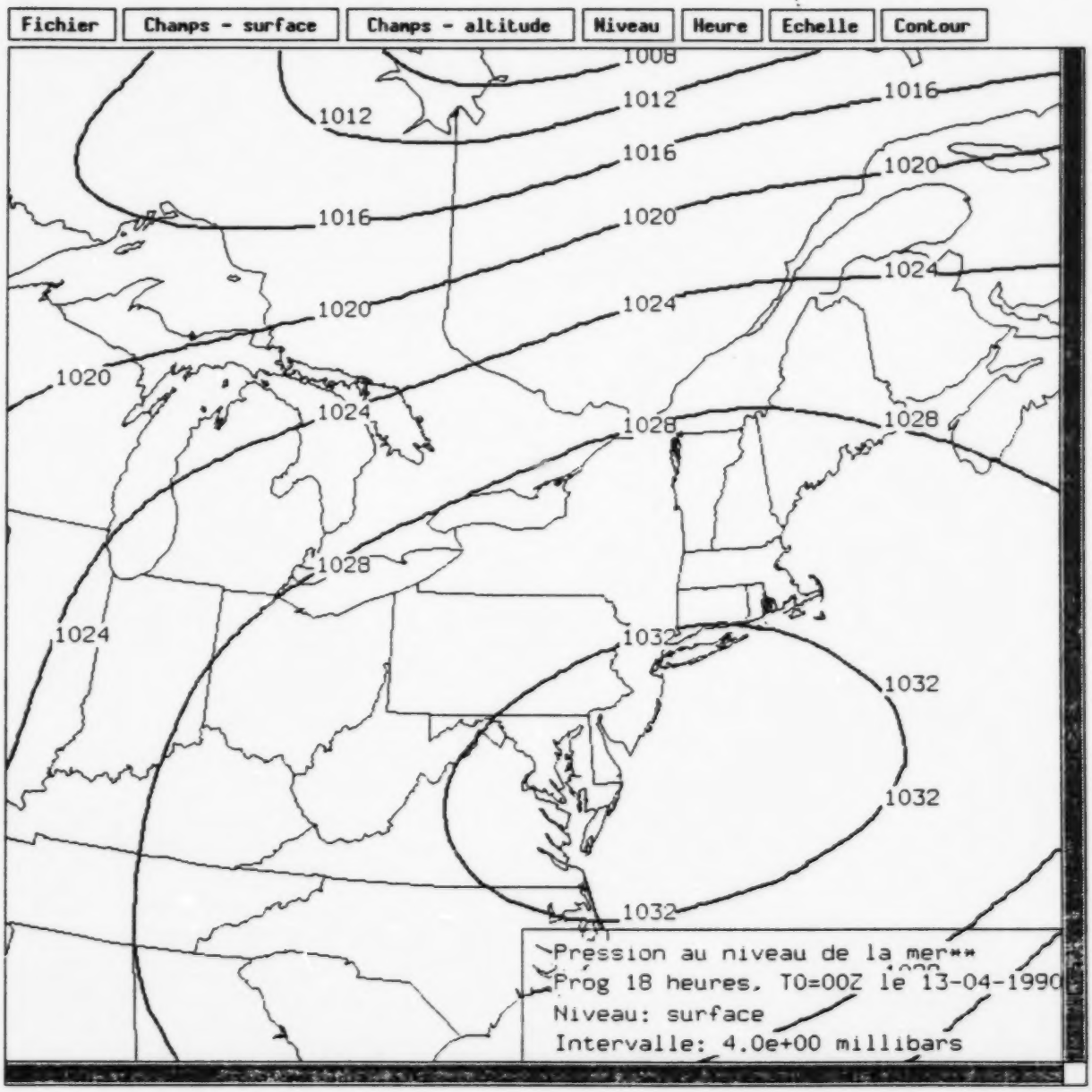

Fig. 2.1: Analyse objective du CRIM pour la pression valide à 18Z le 13 avril 1990.

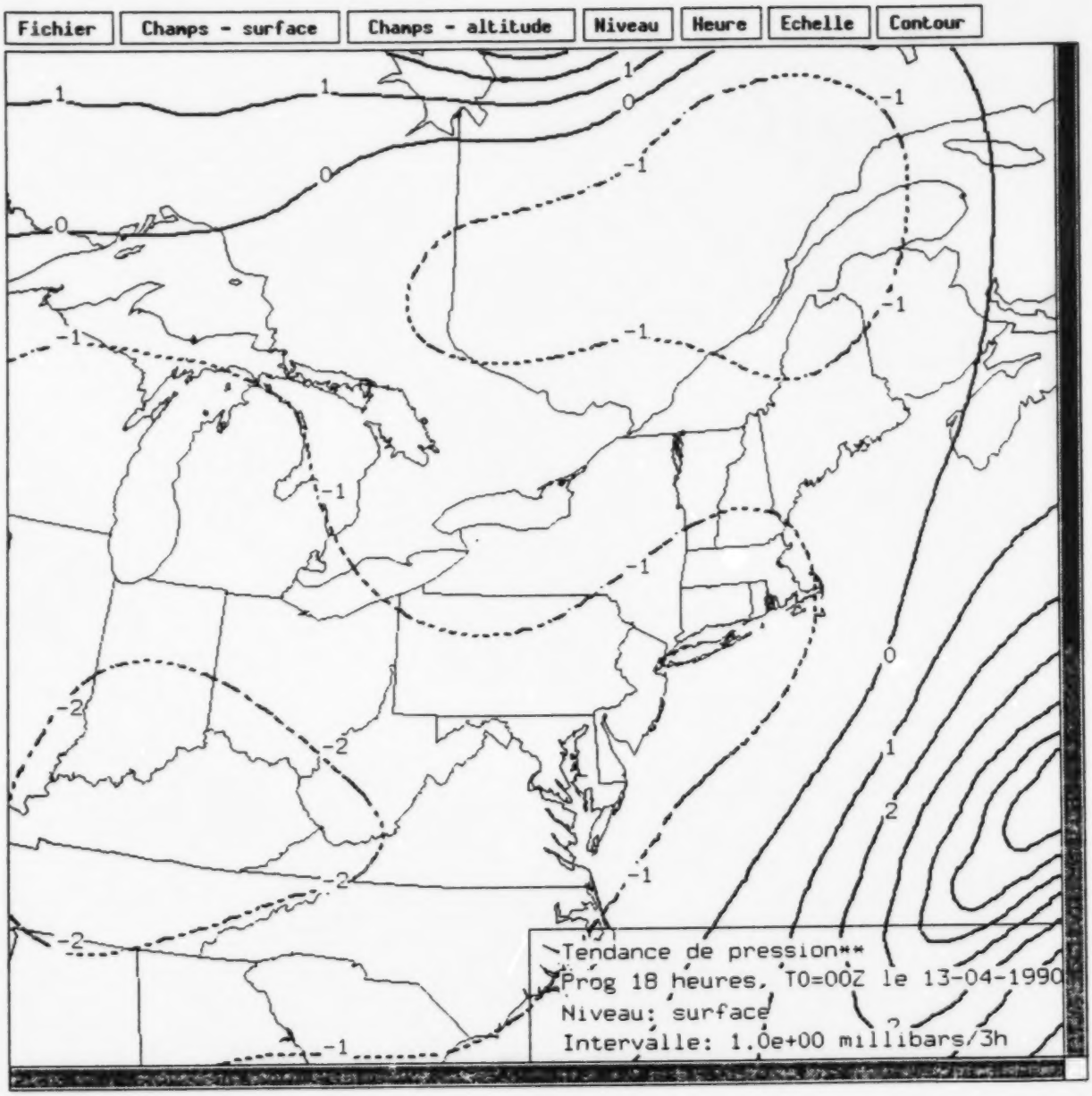

Fig. 2.2: Comme pour la figure 2.1 mais pour la tendance de pression.

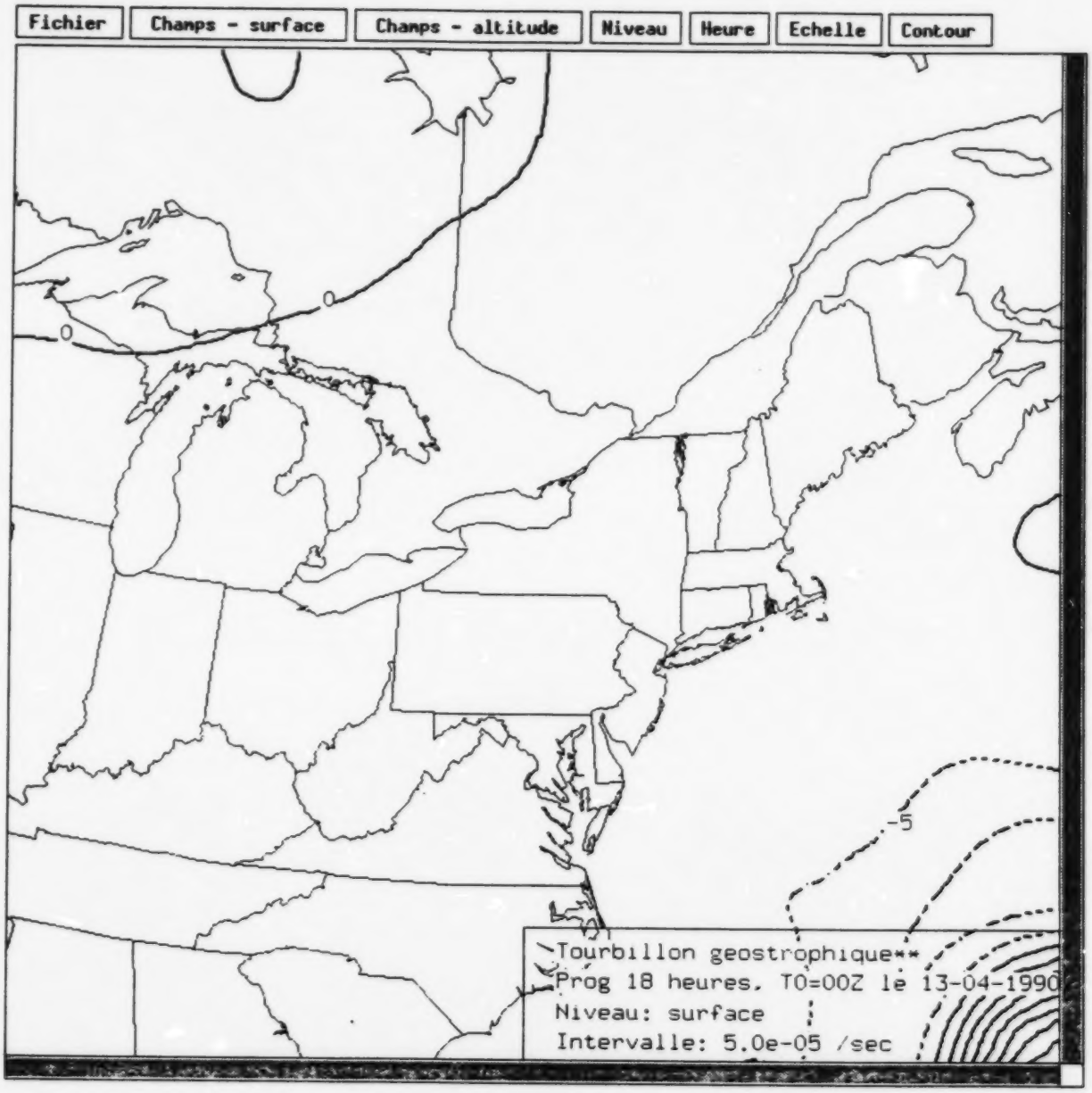

Fig. 2.3: Comme pour la figure 2.1 mais pour le tourbillon géostrophique au sol.

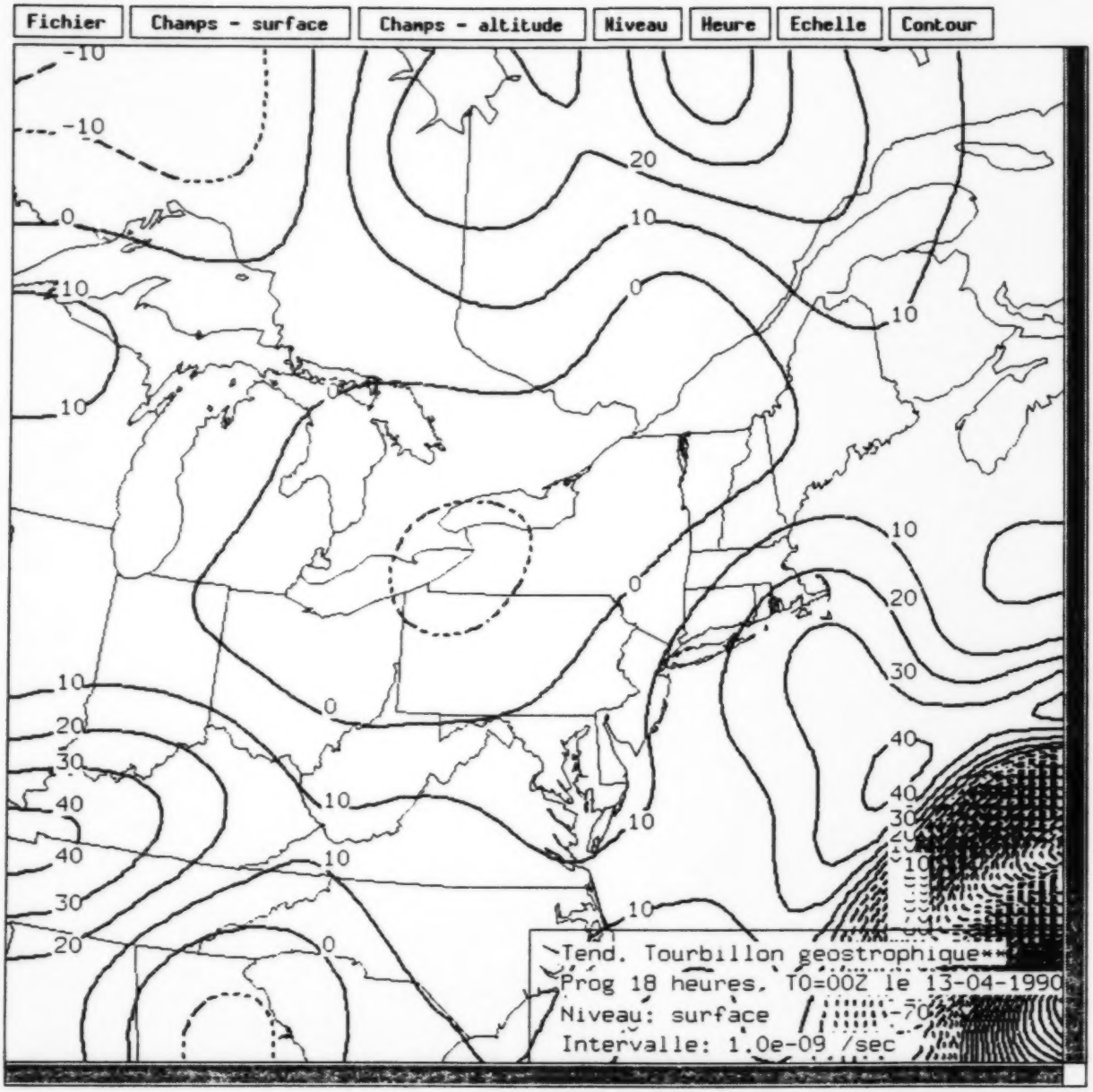

Fig. 2.4: Comme pour la figure 2.1 mais pour la tendance du tourbillon géostrophique au sol.

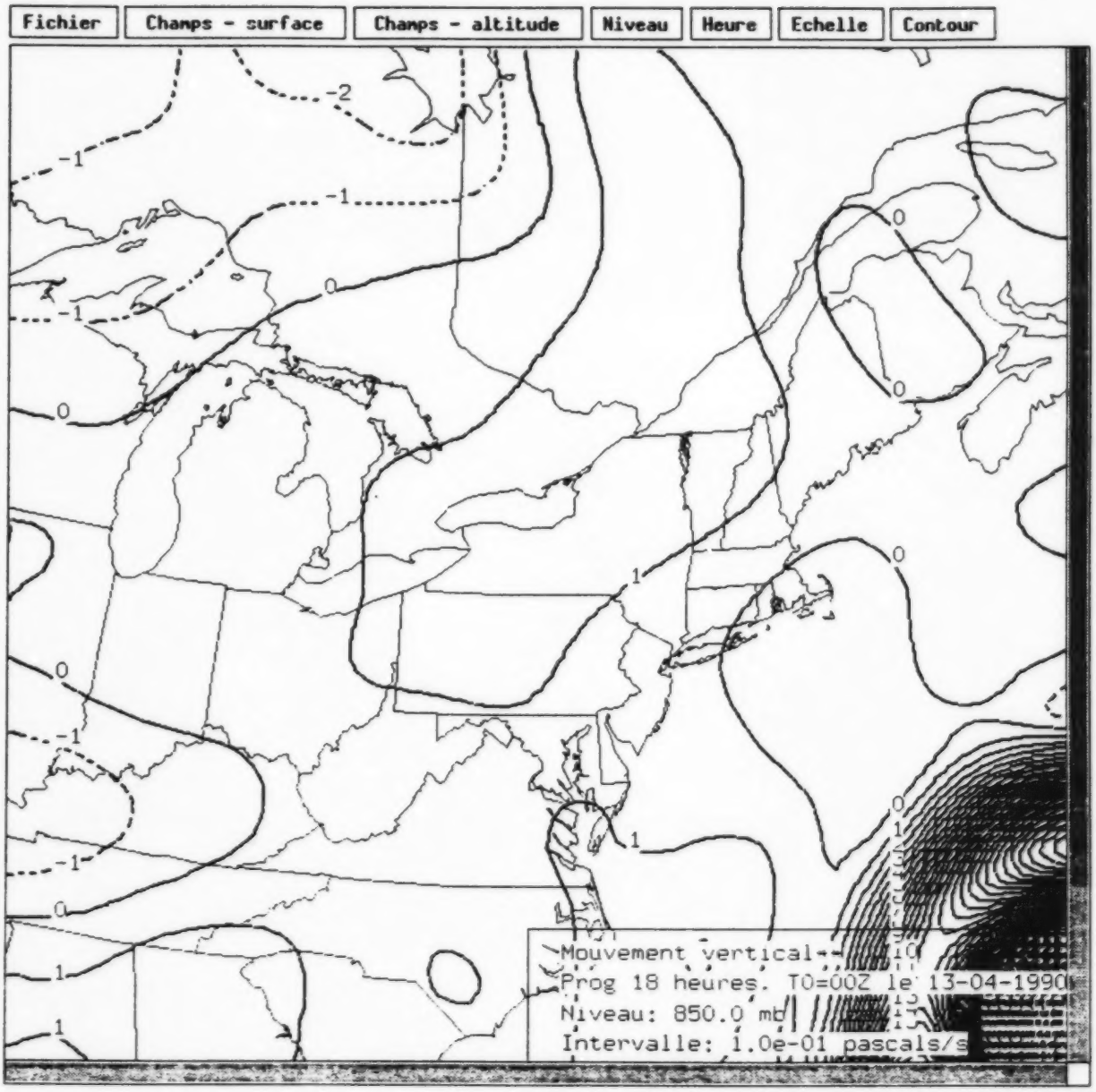

Fig. 2.5: Analyse du CRIM de la vitesse verticale à 850 mb le 13 avril 1990.

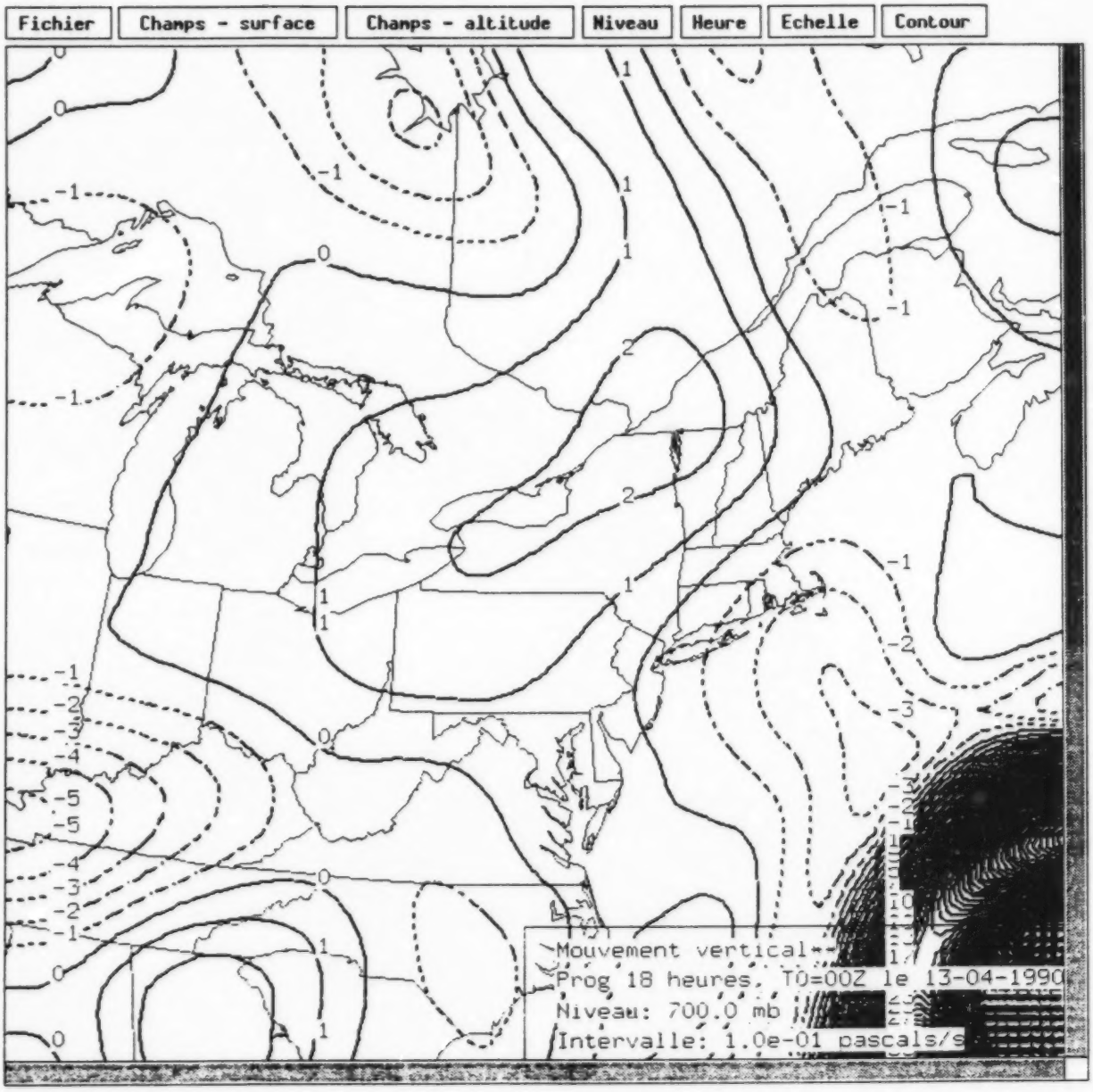

Fig. 2.6: Comme pour la figure 2.5 mais à 700 mb.

2.2 Modèle EFR

Le EFR est le principal modèle d'exploitation au Canada. Il utilise un ensemble complet d'équations primitives. La couche limite planétaire et l'orographie y sont représentées de façon détaillée.

Les données de la vitesse verticale du modèle ont été obtenues à partir des archives du Centre Météorologique Canadien sur une grille ayant une résolution de 100 kilomètres à 60^0 nord. Nous avons extrait les valeurs à 850 et 700 mb au temps zéro (T_0) de même que les prévisions pour 3, 6, 9 et 12 heures (T_0+3, T_0+6, T_0+9 et T_0+12 respectivement).

3. Application à des cas

3.1 Dates choisies

Nous avons choisi 20 cas entre le 11 avril et le 28 mai 1990. La sélection s'est faite avec un objectif bien précis: obtenir une gamme de situations que ce soit du point de vue de l'intensité des systèmes ou de leur taux de développement.

Il eût été préférable de pouvoir choisir des cas représentatifs de chacune des saisons mais ce ne fût pas possible; les observations horaires n'étant archivées au CRIM que depuis le 11 avril 1990. Cependant, nous sommes d'avis que cela ne représente pas un problème sérieux étant donné notre critère de sélection des cas.

Les dates sont les suivantes:

AVRIL		MAI	
DATE	HEURE	DATE	HEURE
	T_0 T_0+6		T_0 T_0+6
11	12 et 18Z	10	12 et 18Z
12	00 et 06Z	11	00 et 06Z
13	12 et 18Z	18	12 et 18Z
14	00 et 06Z	20	12 et 18Z
15	00 et 06Z	28	12 et 18Z
16	12 et 18Z		
17	00 et 06Z		
17	12 et 18Z		
18	12 et 18Z		
19	12 et 18Z		
20	12 et 18Z		
21	00 et 06Z		
22	00 et 06Z		
23	00 et 06Z		
24	12 et 18Z		

3.2 Domaine utilisé pour la vérification

Etant donnné que le logiciel du CRIM n'inclut pas la composante orographique du mouvement vertical, nous avons éliminé l'effet orographique le plus important dans l'est du continent: les Appalaches. De plus, nous n'avons pas fait la vérification sur l'Atlantique puisqu'il n'y a pratiquement pas d'observations et que l'analyse objective de Barnes n'est alors pas fiable.

En ce qui concerne l'étude de la relation entre les vitesses verticales du CRIM et celles du EFR, nous avons utilisé une grille de 309 points (fig. 3.1).

La vérification de la relation entre la vitesse verticale et les nuages s'est faite en utilisant une grille de 35 points (fig. 3.2).

3.3 Méthode de vérification

Nous avons construit des tables de contingence (2 par 2) et calculé certaines corrélations entre les variables. En ce qui concerne les tables de contingence, nous avons fait un test de chi carré (nous le dénoterons par CC à partir de maintenant).

En appliquant un certain facteur de correction (Yates) pour tenir compte du fait que nous utilisons des valeurs discrètes, on obtient l'expression suivante pour CC:

$$CC = \sum_k \frac{(\, | \, O_k - E_k \, | \, - .5 \,)^2}{E_k}$$

où les O_k et E_k correspondent respectivement aux valeurs observées et attendues. On peut utiliser la valeur climatologie comme valeur attendue. Plus le résultat du CC est élévé, plus l'on peut avoir confiance que notre méthode est meilleure que la méthode utilisée pour obtenir la valeur attendue.

Comment quantifier cette confiance? La théorie statistique indique que lorsque la valeur du CC excède 3.28, nous pouvons rejeter l'hypothèse que nos résultats ne sont pas meilleurs que ce que prévoit la climatologie avec un degré de confiance de 95.0%. Lorsque Si le CC excède 7.88, le degré de confiance augmente à 99.5%. Ces résultats sont valides à condition que le O_k ne soit pas inférieur à 6 pour chacune des catégories.

Le logiciel que nous avons utilisé pour calculer le CC utilise une climatologie comme valeur attendue. Elle est obtenue à partir des données de la table de contingence elle-même. Voici comment:

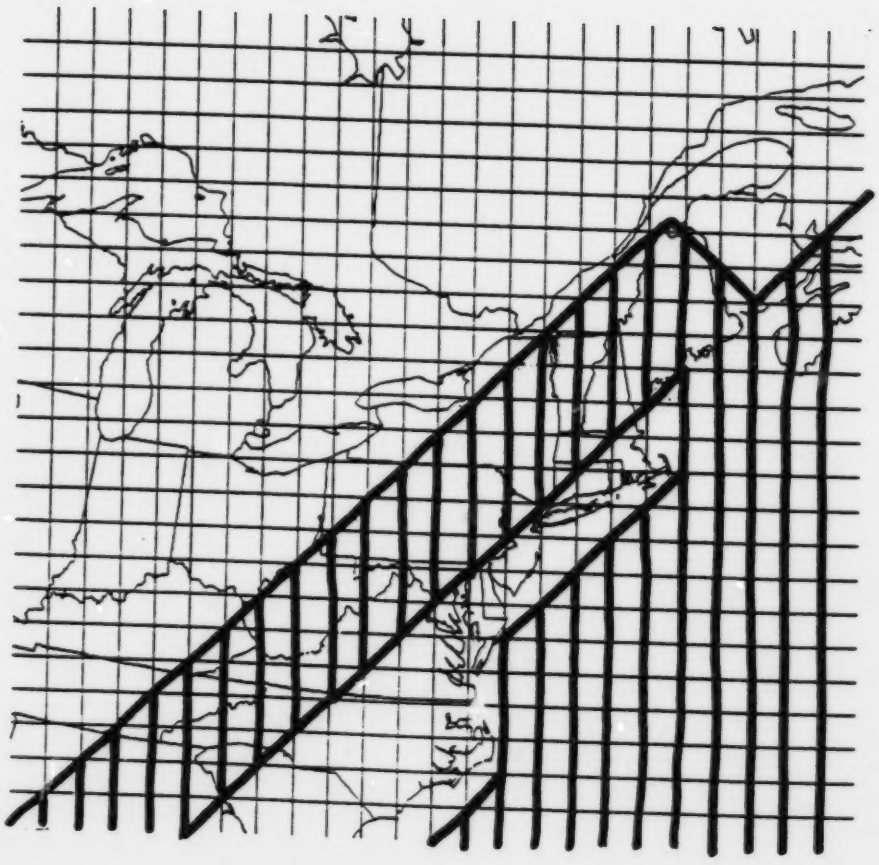

Fig. 3.1: Grille qui a été utilisée pour la vérification des vitesses verticales (309 points). Le domaine hachuré n'est pas considéré.

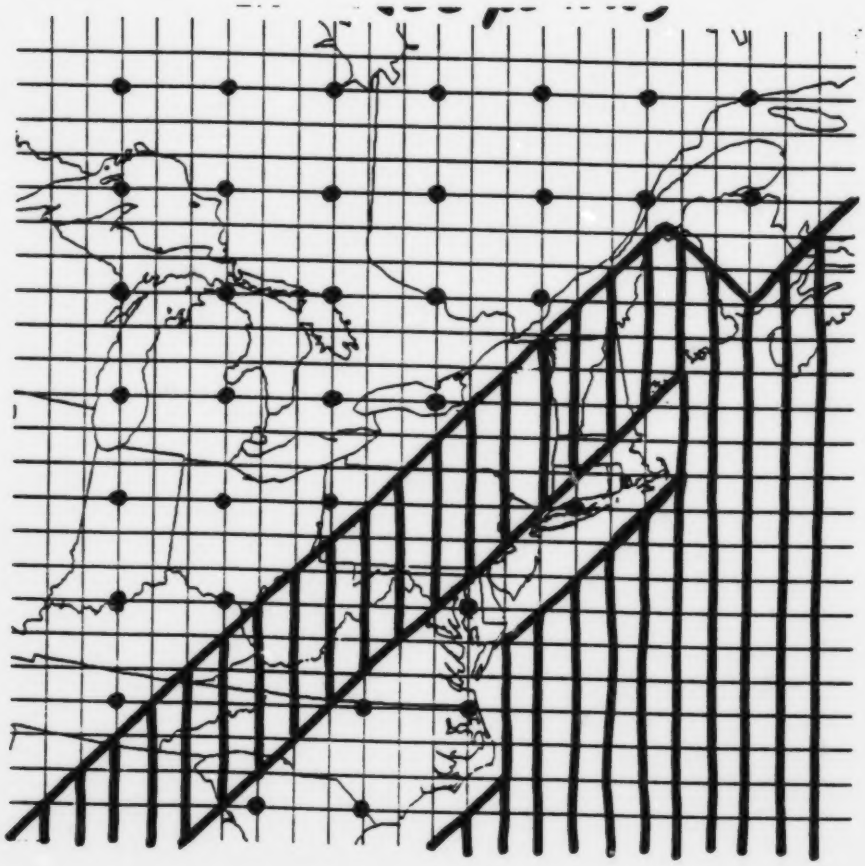

Fig. 3.2: Grille qui a été utilisée pour la vérification des nuages (35 points). Le domaine hachuré n'est pas considéré.

Examinons l'exemple d'une table de contingence qui présente les résultats de 100 couples établis entre deux variables:

		VAR_1 -	VAR_1 +	
VAR_2	-	50	15	65
	+	30	5	35
		80	20	100

La valeur attendue pour le couple (-,-) est 80*65/100 soit 52. En refaisant le calcul pour les autres couples, on obtient un CC de 0.6. Ainsi, pour ce cas en particulier, nous devons conclure que la climatologie donne d'aussi bons résultats que la méthode utilisée pour obtenir les couples. Ceci étant dit, tous les résultats qui seront présentés à la section 4 ont des CC nettement supérieurs à 7.88. Cela nous indique une amélioration par rapport à la climatologie.

Il n'existe aucune méthode directe de vérification de la vitesse verticale à l'échelle synoptique. Nous avons donc décidé de vérifier l'exactitude qualitative des vitesses verticales calculées en fonction de la présence ou de l'absence de nuages.

En ce qui concerne les tables de contingence (vitesse verticale, nuages), nous avons utilisé la présence d'un plafond pour dire qu'il y a des nuages et l'absence d'un plafond pour dire qu'il n'y en a pas. Etant donné que l'on associe généralement les nuages avec un mouvement vertical ascendant et vice-versa, nous avons choisi d'assigner un signe négatif (positif) à la présence (absence) de nuages. Ainsi, une vitesse verticale ascendante et la présence d'un plafond correspondraient à un couple (-,-).

La présence ou l'absence d'un plafond a été déterminée à 850 et 700 mb pour tous les points de la grille (fig. 3.2) dans chacun des cas. Toutes les sources d'information disponibles ont été utilisées afin de produire la meilleure analyse de nuages possible: données de surface, analyse des téphigrammes, imagerie satellitaire, connaissance de la structure synoptique des systèmes etc.

3.4 Relations qui ont été vérifiés

Nous pouvons diviser les relations vérifiées en cinq classes:

- Capacité du CRIM à diagnostiquer les nuages (section 3.4.1)
- Capacité du EFR à diagnostiquer les nuages (section 3.4.2)
- Consistance entre la vitesse verticale CRIM et celle du EFR

(section 3.4.3).
- Capacité du EFR à prévoir la présence ou l'absence de nuages à court terme (section 3.4.4).
- Consistance entre la prévision à court terme EFR et ce qu'il a à T_0 (section 3.4.5).

Nous avons établi des tables de contingence et/ou des corrélations pour chacune des relations suivantes à 850 et 700 mb:

3.4.1 Relation entre le oméga du CRIM et la présence d'un plafond:

1. Signe du oméga à T_0 et T_0+6 et signe des nuages.

2. Signe du oméga à T_0 et T_0+6 et signe des nuages pour |oméga| <= 1 microbar par seconde.

3. Signe du oméga à T_0 et T_0+6 et signe des nuages pour 1< |oméga| <3 microbars par seconde.

4. Signe du oméga à T_0 et T_0+6 et signe des nuages pour |oméga| >= 3 microbars par seconde.

5. Signe du oméga à T_0 et T_0+6 et signe des nuages pour |oméga| >= 2 microbars par seconde.

3.4.2 Relation entre le oméga du EFR à T_0 et présence d'un plafond:

1. Signe du oméga et signe des nuages.

2. Signe du oméga et signe des nuages pour |oméga| <= 1 microbar par seconde.

3. Signe du oméga et signe des nuages pour 1< |oméga| <3 microbars par seconde.

4. Signe du oméga et signe des nuages pour |oméga| >= 3 microbars par seconde.

5. Signe du oméga et signe des nuages pour |oméga| >= 2 microbars par seconde.

3.4.3 Relation entre le oméga du EFR et celui du CRIM:

1. Signe du oméga du EFR à T_0 et signe du oméga du CRIM à T_0.

2. Signe du oméga prévu du EFR à T_0+6 et signe du oméga du CRIM à T_0+6.

3. Signe du oméga prévu du EFR à T_0+12 et signe du oméga du CRIM à T_0+12.

4. Corrélation entre le oméga du CRIM et la prévision du EFR.

3.4.4 Relation entre le oméga prévu du EFR et la présence d'un plafond:

1. Signe du oméga à T_0+6 et signe des nuages à T_0+6.

2. Signe du oméga à T_0+12 et signe des nuages à T_0+12.

3.4.5 Corrélation entre le oméga prévu par le EFR à T_0 et la prévision de 12 heures pour T_0.

3.5 Définitions, conventions et remarques

Lors de la présentation des résultats, nous utilisons les conventions suivantes:

VV représente la vitesse verticale qui est négative lorqu'on a un mouvement vertical ascendant.

Un signe négatif (positif) pour les nuages indique la présence (l'absence) d'un plafond.

PA est le "pourcentage en accord" et représente la somme des couples (-,-) et (+,+) divisée par le nombre total de couples.

Il faut réaliser qu'il ne pourrait-y-avoir de relation parfaite entre la présence (l'absence) de nuages et la vitesse verticale ascendante (subsidente) même si cette dernière était diagnostiquée sans erreurs. Les nuages peuvent résulter de phénomènes se produisant à plus petite échelle et il doit y avoir suffisamment d'humidité dans l'air pour engendrer leur formation. Mentionnons simplement un exemple bien connu: celui de l'intrusion (fente) sèche au sud-ouest des dépressions dans laquelle on retrouve un mouvement vertical vers le haut. Ainsi, lorsque nous présentons des PA entre les vitesses verticales et les nuages, il faut être conscient que même dans des conditions idéales, la valeur ne peut atteindre 100.

La vitesse verticale du CRIM est toujours diagnostique. Ainsi, lorqu'on parle du oméga du CRIM à T_0+6, l'on veut dire "la vitesse verticale diagnostiquée par le CRIM à T_0+6".

Lorsqu'on parle de la vitesse verticale diagnostiquée par le EFR, nous entendons la vitesse verticale résultant de l'initialisation aux modes normaux à T_0.

Les analyses de nuages ont été faites à partir des cartes T_0, T_0+6 etc. Par contre, la vitesse verticale qu'on obtient à partir du CRIM est valide pour 1.5 heures avant T_0, T_0+6 etc. Il y a donc toujours un décalage de 1.5 heures entre la vitesse verticale du CRIM et la carte qui est utilisée afin de déterminer

la présence ou l'absence de nuages. Ce décalage n'existe pas en ce qui concerne la vitesse verticale du EFR lorsqu'on la compare avec les nuages. Cependant, il existe lorqu'on compare la vitesse verticale du CRIM avec celle du EFR.

4. Résultats

4.1 Relation entre le oméga du CRIM et la présence d'un plafond

4.1.1. Signe du oméga du CRIM à T_0 et T_0+6 et signe des nuages (1400 points par niveau).

850 mb nuages

VV CRIM	nuages −	nuages +	
−	448	235	683
+	209	508	717
	657	743	1400

PA: 68.3
CC: 97

700 mb nuages

VV CRIM	nuages −	nuages +	
−	432	258	690
+	161	549	710
	593	807	1400

PA: 70.1
CC: 185

4.1.2. Signe du oméga du CRIM à T_0 et T_0+6 et signe des nuages pour |oméga| <= 1 microbar par seconde. (Valeur maximale possible: 1400 points par niveau).

850 mb nuages

VV	nuages −	nuages +	
−	162	165	327
+	126	276	402
	288	441	729

PA: 60.1
CC: 24

700 mb nuages

VV	nuages −	nuages +	
−	119	152	271
+	76	207	283
	195	359	554

PA: 58.8
CC: 17

4.1.3 Signe du oméga du CRIM à T_0 et T_0+6 et signe des nuages pour 1< |oméga| <3 microbars par seconde. (Valeur maximale possible: 1400 points par niveau).

850 mb nuages

VV CRIM	nuages −	nuages +	
−	179	64	243
+	80	222	302
	259	286	545

PA: 73.6
CC: 118

700 mb nuages

VV CRIM	nuages −	nuages +	
−	186	73	259
+	74	270	344
	260	343	603

PA: 75.6
CC: 150

4.1.4 Signe du oméga du CRIM à T_0 et T_0+6 et signe des nuages pour |oméga| >= 3 microbars par seconde. (Valeur maximale possible: 1400 points par niveau).

850 mb

VV CRIM	nuages -	nuages +	
-	107	6	113
+	3	10	13
	110	16	126

PA: 92.9
CC: 48

700 mb

VV CRIM	nuages -	nuages +	
-	127	33	160
+	11	72	83
	138	105	243

PA: 81.9
CC: 95

4.1.5 Signe du oméga du CRIM à T_0 et T_0+6 et signe des nuages pour |oméga| >= 2 microbars par seconde. (Valeur maximale possible: 1400 points par niveau).

850 mb

VV CRIM	nuages -	nuages +	
-	197	28	225
+	23	72	95
	220	100	320

PA: 84.0
CC: 114

700 mb

VV CRIM	nuages -	nuages +	
-	225	63	288
+	49	192	241
	274	255	529

PA: 78.8
CC: 171

4.2 Relation entre le oméga du EFR à T_0 et la présence d'un plafond

4.2.1 Signe du oméga du EFR à T_0 et signe des nuages (700 points par niveau).

850 mb nuages

VV EFR	nuages −	nuages +	
−	225	151	376
+	92	232	324
	317	383	700

PA: 65.3
CC: 68

700 mb nuages

VV EFR	nuages −	nuages +	
−	245	126	371
+	62	267	329
	307	393	700

PA: 73.1
CC: 156

4.2.2 Signe du oméga du EFR à T_0 et signe des nuages pour |oméga| <= 1 microbar par seconde. (Valeur maximale possible: 700 points par niveau).

850 mb nuages

VV EFR	nuages −	nuages +	
−	122	115	237
+	82	162	244
	204	277	481

PA: 59.0
CC: 15

700 mb nuages

VV EFR	nuages −	nuages +	
−	99	88	187
+	52	145	197
	151	233	384

PA: 63.5
CC: 27

4.2.3 Signe du oméga du EFR à T_0 et signe des nuages pour 1< |oméga| <3 microbars par seconde. (Valeur maximale possible: 700 points par niveau).

850 mb nuages

VV EFR	nuages −	nuages +	
−	100	35	135
+	10	68	78
	110	103	213

PA: 78.9
CC: 72

700 mb nuages

VV EFR	nuages −	nuages +	
−	115	36	151
+	10	112	122
	125	148	273

PA: 83.2
CC: 123

4.2.4 Signe du oméga du EFR à T_0 et signe des nuages pour |oméga| >= 3 microbars par seconde. (Valeur maximale possible: 700 points par niveau).

850 mb

VV \ nuages	-	+	
-	3	1	4
EFR +	0	2	2
	3	3	6

PA: 83.3
CC: 1

700 mb

VV \ nuages	-	+	
-	31	2	33
EFR +	0	10	10
	31	12	43

PA: 95.3
CC: 29

4.2.5 Signe du oméga du EFR à T_0 et signe des nuages pour |oméga| >= 2 microbars par seconde. (Valeur maximale possible: 700 points par niveau).

850 mb

VV \ nuages	-	+	
-	26	6	32
EFR +	0	15	15
	26	31	47

PA: 87.2
CC: 24

700 mb

VV \ nuages	-	+	
-	77	8	85
EFR +	1	35	36
	78	43	121

PA: 92.7
CC: 81

4.3 Relation entre le oméga du CRIM et celui du EFR

4.3.1 Signe du oméga du EFR à T_0 et signe du oméga du CRIM à T_0 (6180 points par niveau).

850 mb

VV CRIM \ VV EFR	-	+	
-	2231	693	2924
+	1000	2256	3256
	3231	2949	6180

PA: 72.6
CC: 1282

700 mb

VV CRIM \ VV EFR	-	+	
-	2044	797	2841
+	1193	2146	3339
	3237	2943	6180

PA: 67.8
CC: 806

4.3.2 Signe du oméga prévu par le EFR à T_0+6 et signe du oméga du CRIM à T_0+6 (6180 points par niveau).

850 mb

VV CRIM \ VV EFR	-	+	
-	2070	1141	3211
+	1030	1939	2969
	3100	3080	6180

PA: 64.9
CC: 546

700 mb

VV CRIM \ VV EFR	-	+	
-	2129	1082	3211
+	993	1976	2969
	3122	3058	6180

PA: 66.4
CC: 665

4.3.3 Signe du oméga prévu par le EFR à T_0+12 et signe du oméga du CRIM à T_0+12 (5871 points par niveau).

850 mb

VV CRIM \ VV EFR	-	+	
-	1885	837	2722
+	894	2255	3149
	2779	3092	5871

PA: 70.5
CC: 976

700 mb

VV CRIM \ VV EFR	-	+	
-	1814	792	2606
+	912	2353	3265
	2726	3145	5871

PA: 71.0
CC: 1010

4.3.4 Corrélation entre le oméga du CRIM et la prévision du EFR pour différentes heures de prévision.

	T_0	T_0+3	T_0+6	T_0+9	T_0+12
nombre de cas:	20	20	20	20	19
points par niveau:	6180	6180	6180	6180	5871
corrélation à 850 mb:	.56	.57	.41	.37	.48
meilleur cas à 850 mb:	.78	.79	.74	.71	.75
pire cas à 850 mb:	.24	.13	-.07	-.25	-.01
corrélation à 700 mb:	.47	.47	.37	.36	.49
meilleur cas à 700 mb:	.83	.79	.73	.75	.74
pire cas à 700 mb:	-.01	.16	-.07	-.28	.02

4.4 Relation entre le oméga prévu par le EFR et la présence d'un plafond

4.4.1 Signe du oméga prévu par le EFR à T_0+6 et signe des nuages à T_0+6 (20 cas, 700 points par niveau).

850 mb

VV EFR	nuages −	nuages +	
−	229	123	352
+	110	238	348
	339	361	700

PA: 66.7
CC: 77

700 mb

VV EFR	nuages −	nuages +	
−	223	140	363
+	60	277	337
	283	417	700

PA: 71.4
CC: 136

4.4.2 Signe du oméga prévu par le EFR à T_0+12 et signe des nuages à T_0+12 (6 cas, 210 points par niveau).

850 mb

VV EFR	nuages −	nuages +	
−	77	32	109
+	42	59	101
	119	91	210

PA: 64.8
CC: 17

700 mb

VV EFR	nuages −	nuages +	
−	78	36	114
+	16	80	96
	94	116	210

PA: 75.2
CC: 55

4.5 Corrélation entre le oméga du EFR à T_0 et la prévision de 12 heures pour le même temps (6 cas, 1854 points par niveau)

corrélation à 850 mb: .87
corrélation à 700 mb: .90

5. Analyse des résultats et discussion

5.1 Comparaison entre le EFR et le CRIM: vitesse verticale diagnostiquée et nuages

Les résultats des sections 4.1.1 et 4.2.1 indiquent que les deux méthodes de calcul du oméga produisent des PA très semblables lorsqu'on compare le signe de la vitesse verticale à l'analyse des nuages. Le CRIM est un peu meilleur que le EFR à 850 mb alors que l'inverse se produit à 700 mb.

Examinons maintenant les résultats pour les différentes classes de vitesses (sections 4.1.2 à 4.1.5 et 4.2.2 à 4.2.5). Afin de faciliter la présentation, nous avons construit les tableaux comparatifs qui suivent. Le premier chiffre de chacune des cases indique le pourcentage de fois qu'on retrouve la catégorie en question pour l'ensemble des cas.

850 mb	|VV|<=1	1<|VV|<3	|VV|>=3	|VV|>=2
CRIM	52.1% PA:60.1%	38.9% PA:73.6%	9.0% PA:92.9%	22.9% PA:84.0%
EFR	68.7% PA:59.0%	30.4% PA:78.9%	0.9% PA:83.3%	6.7% PA:87.2%

700 mb	|VV|<=1	1<|VV|<3	|VV|>=3	|VV|>=2
CRIM	39.6% PA:58.8%	43.1% PA:75.6%	17.3% PA:81.9%	37.8% PA:78.8%
EFR	54.9% PA:63.5%	39.0% PA:83.2%	6.1% PA:95.3%	17.3% PA:92.7%

On constate les choses suivantes:

- Le CRIM diagnostique des valeurs d'oméga plus fortes que le EFR aux deux niveaux. Ceci est encore plus frappant lorsque la valeur absolue d'oméga est plus grande ou égale à 3.

- A en juger par le PA, ni l'une ni l'autre des méthodes n'est très bonne comme outil diagnostic des plafonds lorsque la vitesse verticale est inférieure à un microbar par seconde. Ce résultat n'est pas très suprenant.

- Les PA augmentent à mesure que la valeur absolue de la vitesse verticale augmente. Ils sont relativement bons lorsque oméga est compris entre 1 et 3 et très bons pour des vitesse supérieures à 3.

- Le EFR a des PA généralement meilleurs que ceux du CRIM. Cependant, étant donné qu'il diagnostique moins souvent des vitesses de plus d'un microbar par seconde, il n'est pas clair qu'il soit plus utile que le CRIM. Est-il préférable d'avoir une information plus précise sur un nombre moindre de points ou une information un peu moins précise mais pour un plus grand nombre points? La réponse est fonction du but visé mais dans le contexte de la météorologie d'exploitation, la seconde option nous semble préférable.

- Pour des vitesse supérieures à 3, le CRIM est nettement meilleur que le EFR à 850 mb en ce qui concerne le PA. De plus, il diagnostique ces valeurs beaucoup plus souvent que le EFR. A 700 mb, le EFR est nettement meilleur mais il diagnostique rarement cette catégorie.

5.2 Comparaison entre le oméga du EFR et celui du CRIM

Les sections 4.3.1 et 4.3.3 nous indiquent que les PA à T_0 et T_0+12 sont assez semblables et de l'ordre de 70%. La vitesse verticale du CRIM étant toujours diagnostiquée, il n'y a pas de raison de croire qu'elle soit moins bonne à T_0+12 qu'à T_0. Ces résultants indiquent que la vitesse verticale prévue par le EFR à T_0+12 est aussi bonne que la vitesse résultant de l'initialisation du EFR à T_0.

Par contre, il y a une détérioration assez nette du PA à T_0+6 (section 4.3.2). En évoquant à nouveau l'argument énoncé il y a un instant, il est possible que la baisse dans le PA soit le reflet d'une détérioration dans la prévision de la vitesse verticale du EFR. Ceci est peut-être le reflet du problème de "spin-up" au cours des premières heures de la prévision. Nos résultats doivent être interprétés avec prudence. Nous ne prétendons pas qu'ils confirment le problème de "spin-up".

Les coefficients de corrélation de la section 4.3.4 supportent ce que nous venons de mentionner. Ils sont comparables à T_0, T_0+3 et T_0+12 (sauf à 850 mb pour T_0+12). On constate cependant une nette détérioration à T_0+6 et T_0+9.

5.3 Relation entre le oméga prévu du EFR et la présence d'un plafond

Le EFR produit des PA comparables à T_0+6 et T_0+12 (section 4.4). La capacité à prévoir le plafond est donc aussi bonne que celle à le diagnostiquer à T_0 (section 4.2.1). On constate à nouveau que le PA à 700 mb est meilleur qu'à 850 mb.

5.4 Qualité de l'analyse objective du CRIM

Nous avons examiné les cartes produites par l'analyse de Barnes pour chacun des cas. Plus spécifiquement, le champ de la pression et de sa tendance. Ces champs sont importants puisqu'ils sont la seule source de données pour le logiciel du CRIM. Une bonne analyse est vitale étant donné l'impact qu'elle a sur la vitesse verticale.

Notre examen des cartes a révélé que l'analyse objective de Barnes pourrait-être améliorée en ajustant les coefficients d'itérations. Nous avons constaté des difficultés pour les éléments suivants:

- systèmes intenses et/ou de petites dimensions. Les gradients sont trop faibles et les centres mal placés et/ou sous-estimés dans le cas des dépressions et des creux.

- les valeurs sont peu fiables lorqu'on approche de la frontière du domaine. Ceci s'est avéré encore plus problématique à la limite nord du domaine et sur l'Atlantique étant donné le manque de stations dans ces régions.

Après avoir mentionné ces problèmes aux responsables du logiciel du CRIM, nous avons refait les calculs de la vitesse verticale pour deux cas en utilisant d'autres coefficients d'intégration pour l'analyse de Barnes. Les nouveaux coefficients ne sont pas nécessairement les meilleurs. Cependant, l'amélioration qu'ils ont engendrée est spectaculaire lorsqu'on compare les analyses de la pression avant et après le changement. L'impact sur le tourbillon géostrophique, sa tendance et les vitesses verticales est tout aussi spectaculaire (figures 5.1 à 5.9).

Nous n'avons pas fait une étude détaillée, mais il est à peu près certain que le logiciel produirait de meilleurs résultats avec ces nouvelles analyses puisqu'elles sont les seules sources de données qu'il utilise. Par contre, il faut mentionner que l'augmentation de la précision de l'analyse objective se fait au dépens de la vitesse d'exécution ce qui peut-être important dans un centre de prévisions.

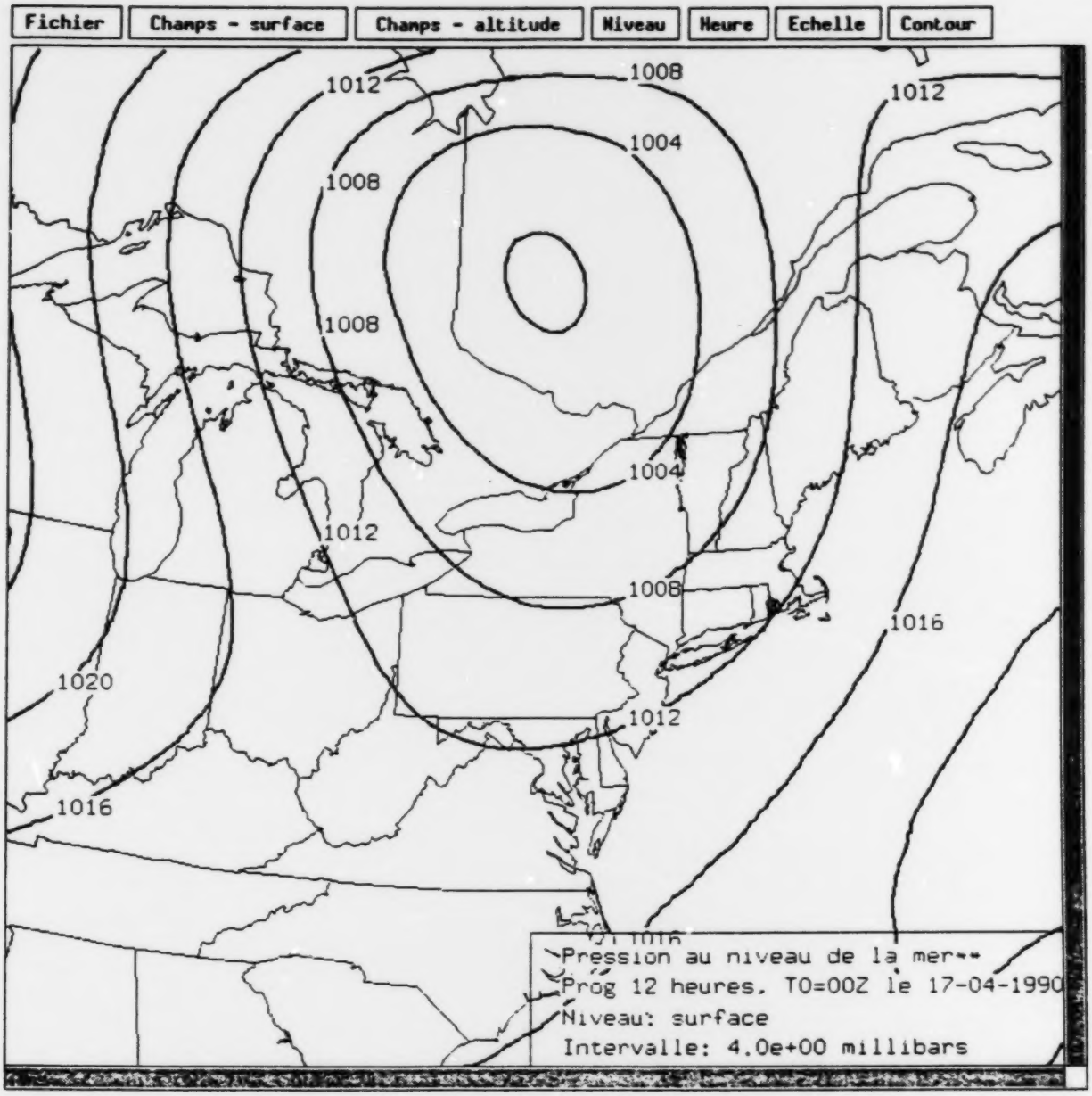

Fig. 5.1: Analyse objective de la pression (17 avril 1990 à 12Z) avant la modification des coefficients d'itération.

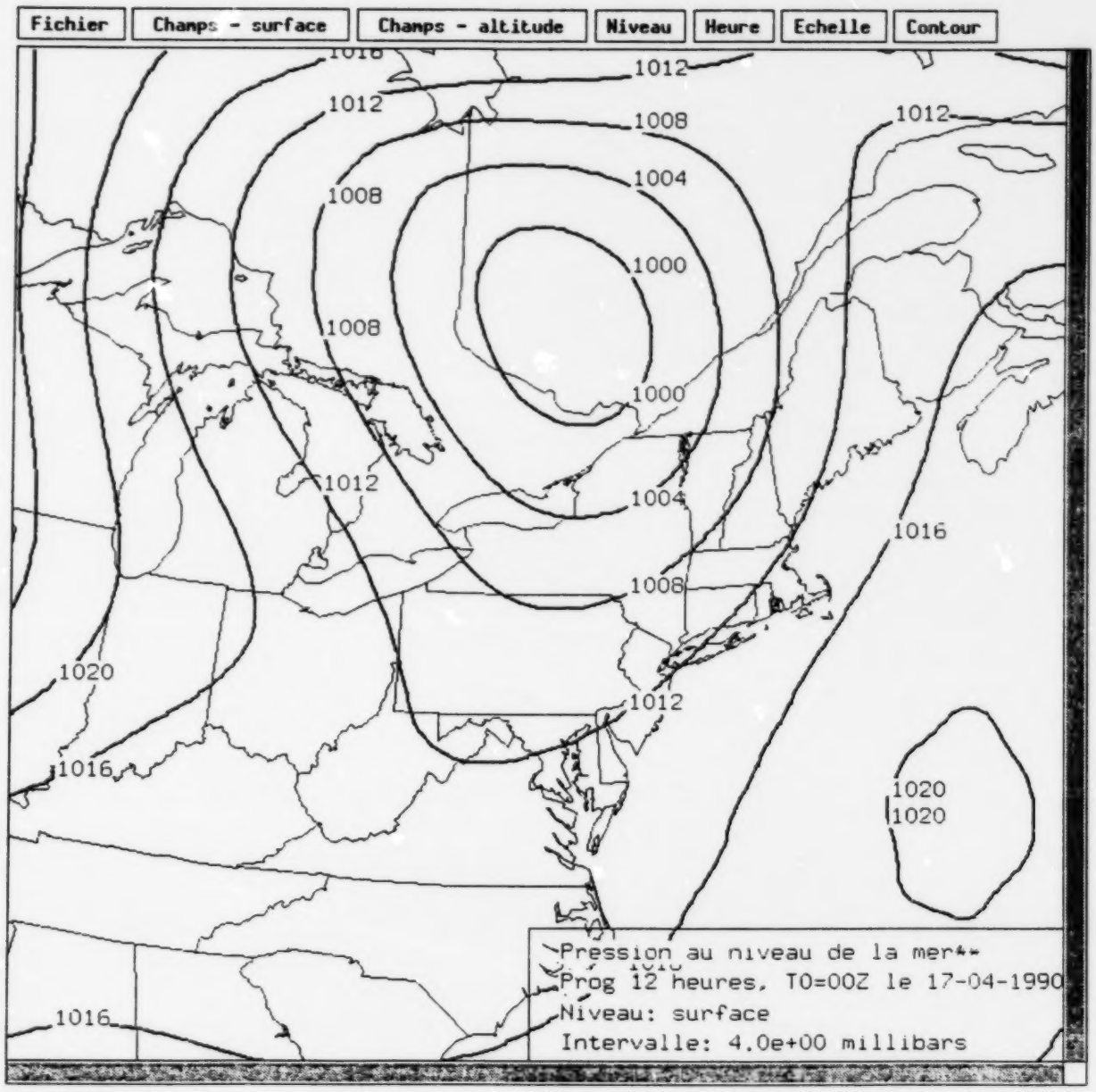

Fig. 5.2: Analyse objective de la pression (17 avril 1990 à 12Z) après la modification des coefficients d'itération.

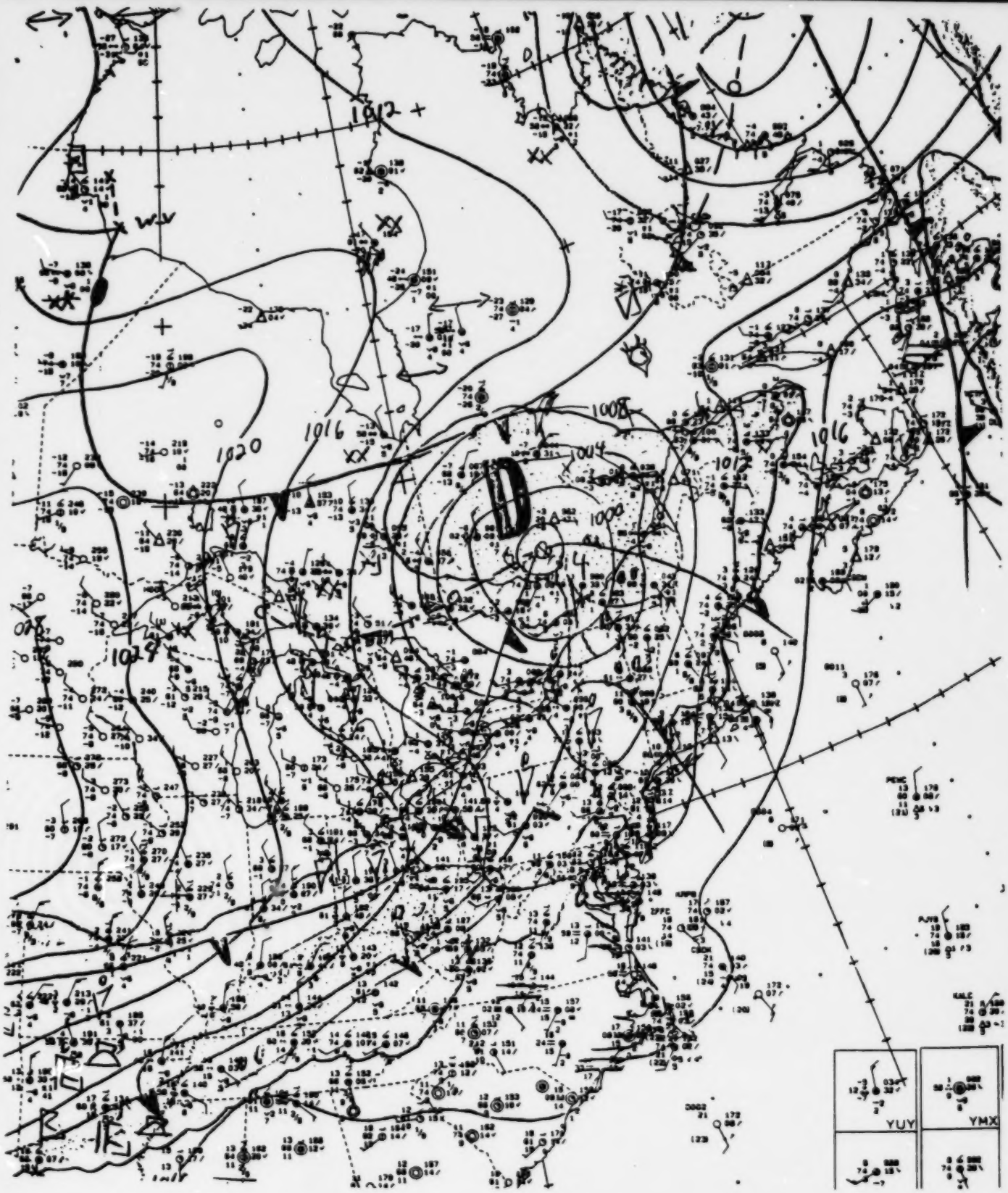

Fig. 5.3: Analyse du CMQ valide le 17 avril 1990 à 12Z.

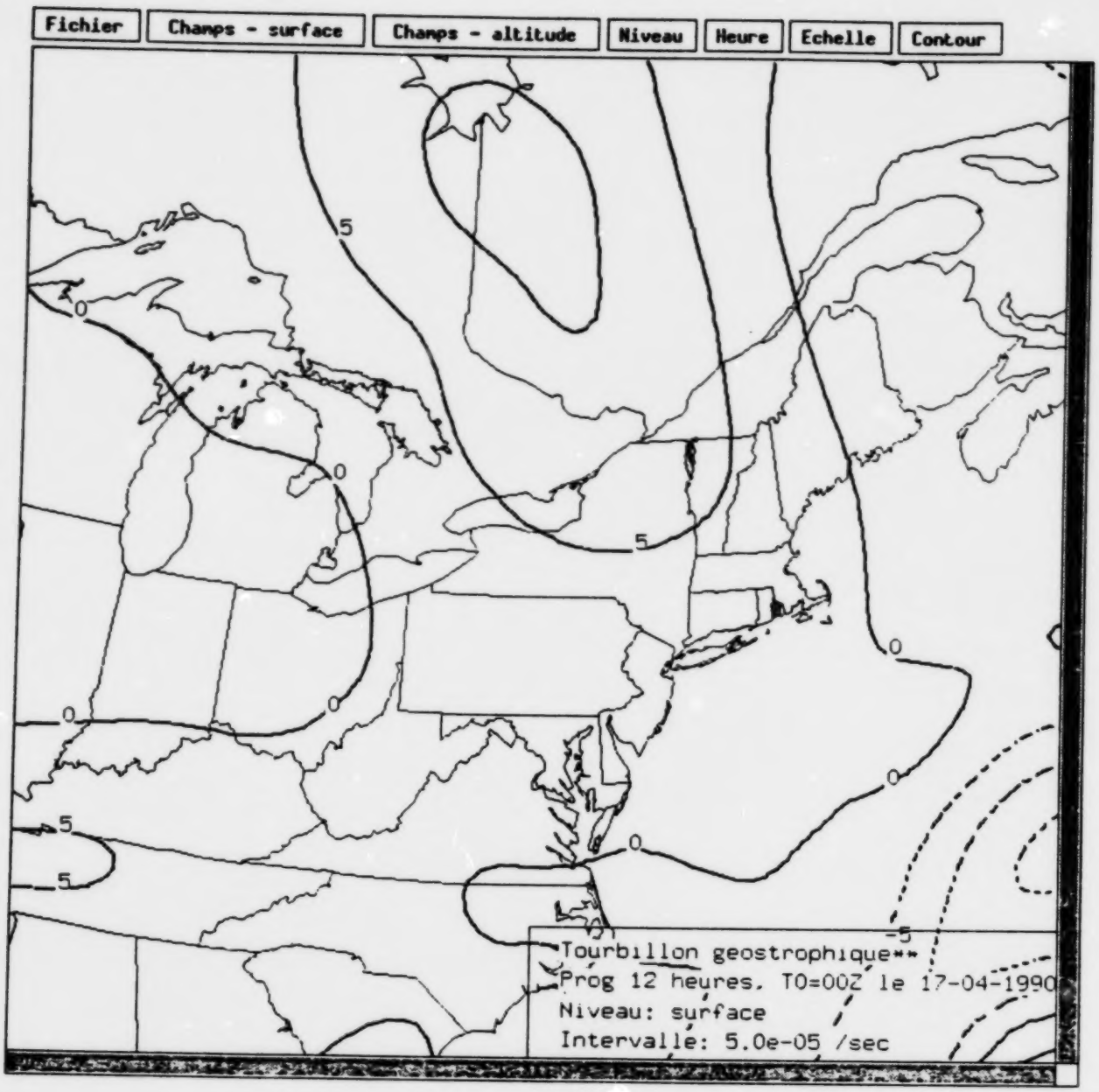

Fig. 5.4: Comme pour la figure 5.1 mais pour le tourbillon de surface.

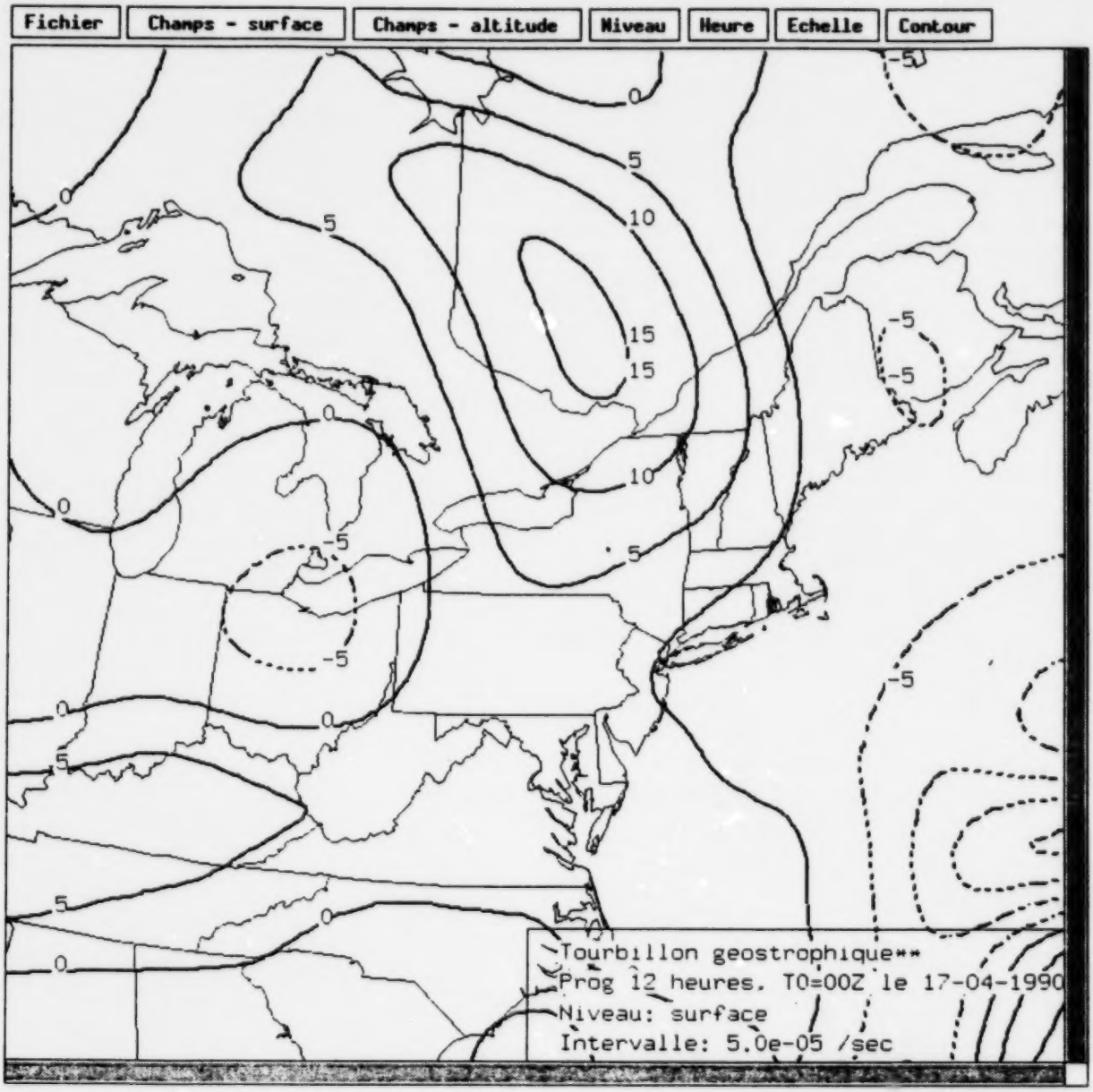

Fig. 5.5: Comme pour la figure 5.2 mais pour le tourbillon de surface.

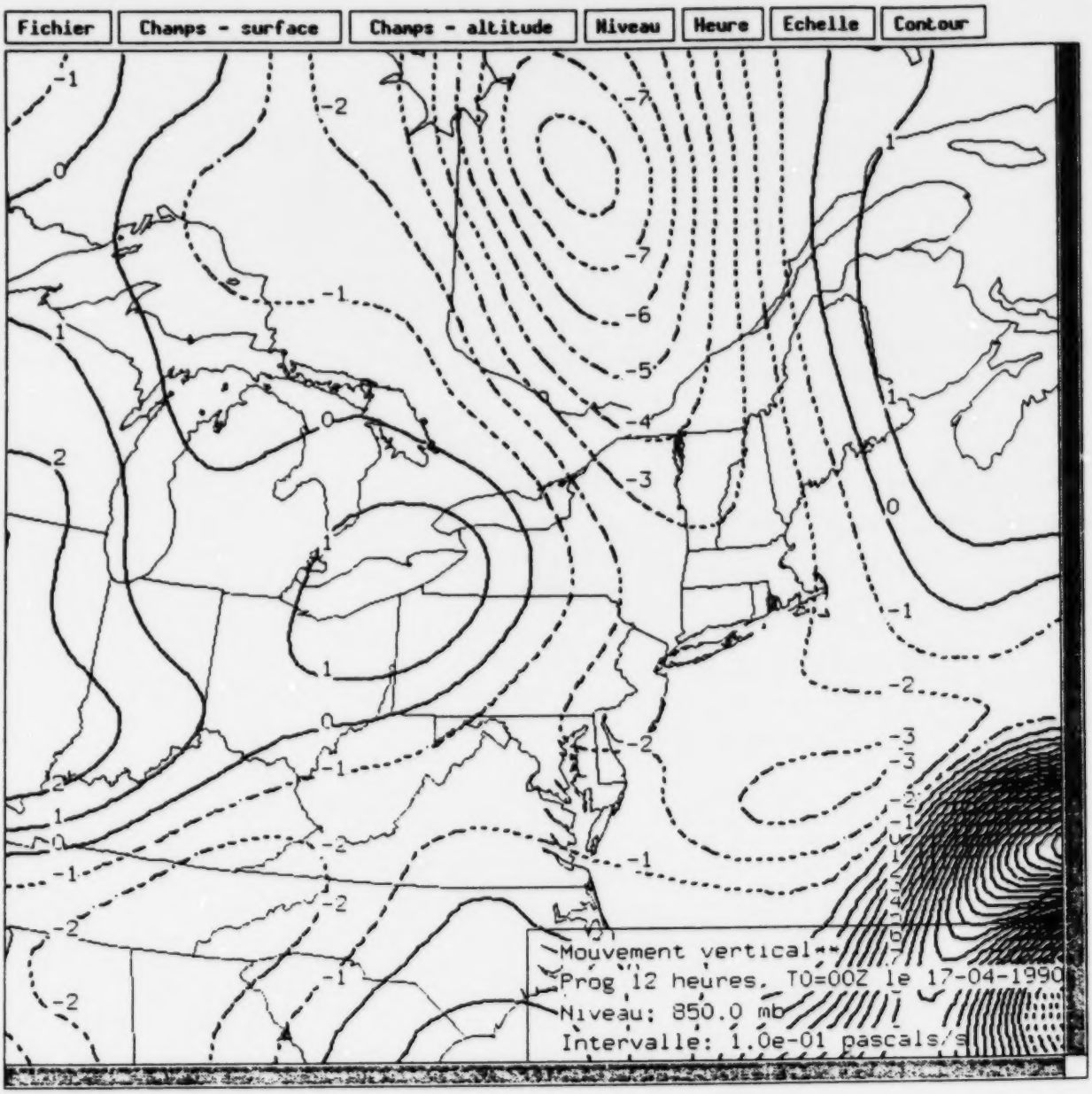

Fig. 5.6: Comme pour la figure 5.1 mais pour la vitesse verticale à 850 mb.

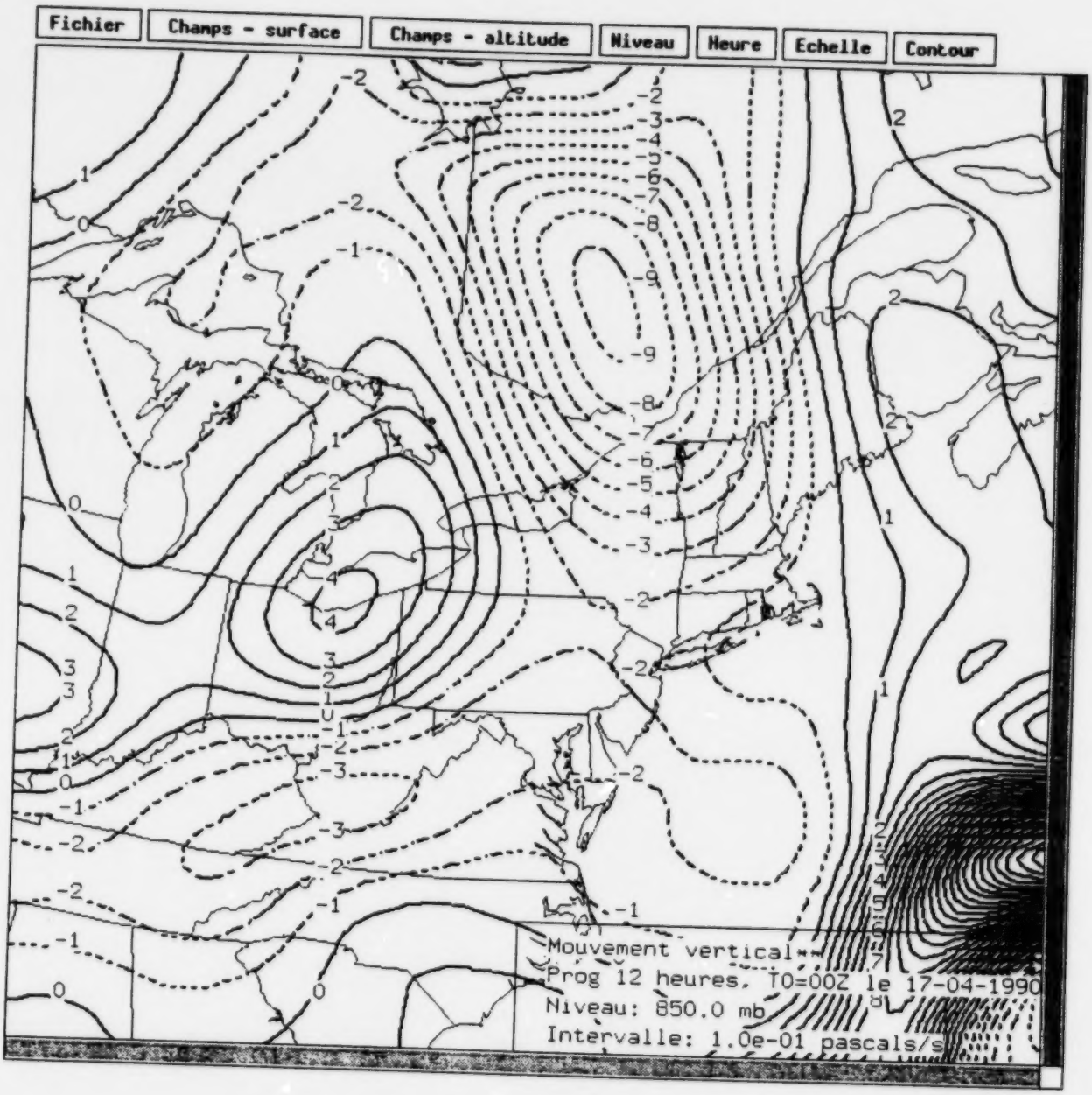

Fig. 5.7: Comme pour la figure 5.2 mais pour la vitesse verticale à 850 mb.

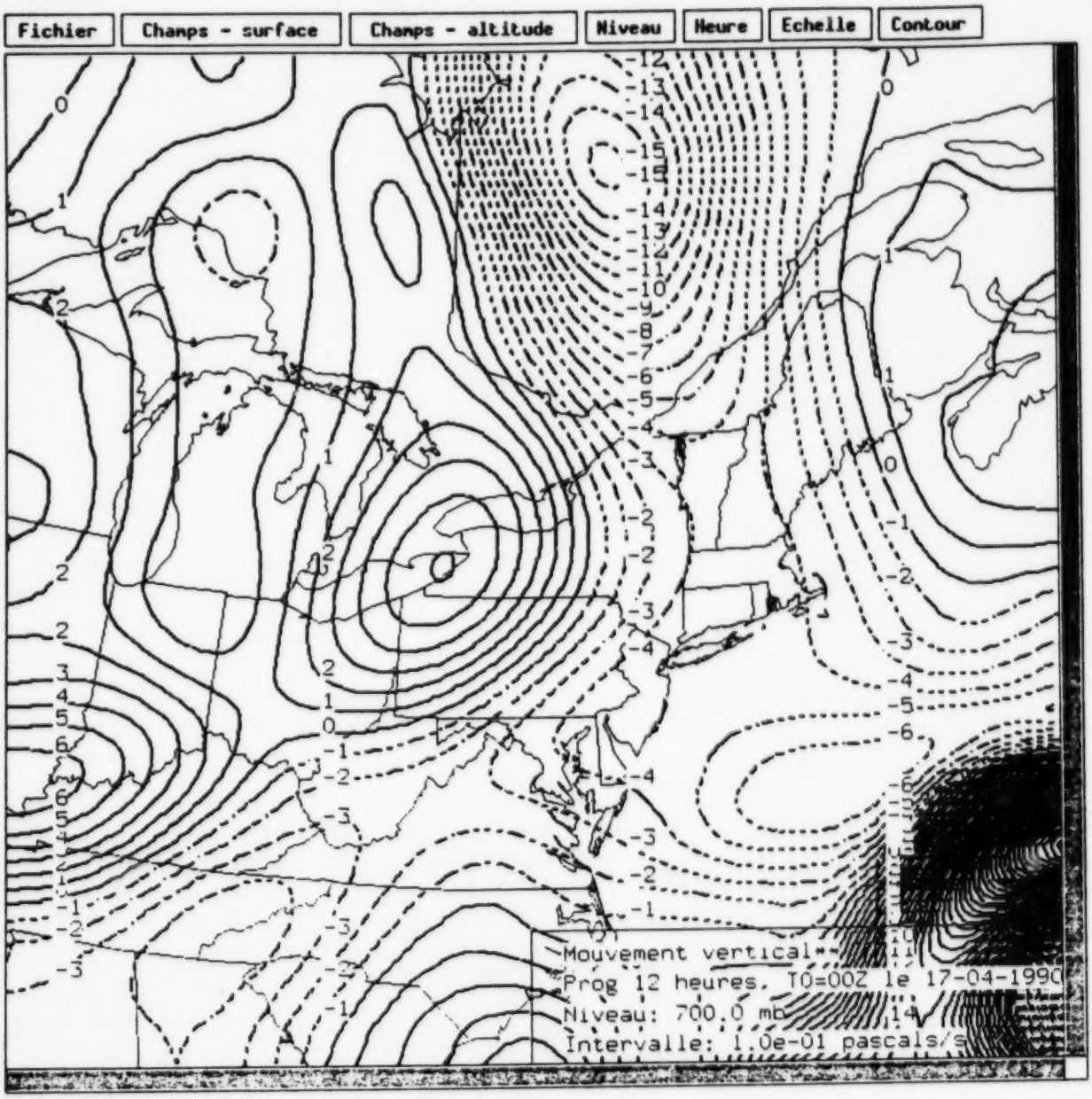

Fig. 5.8: Comme pour la figure 5.1 mais pour la vitesse verticale à 700 mb.

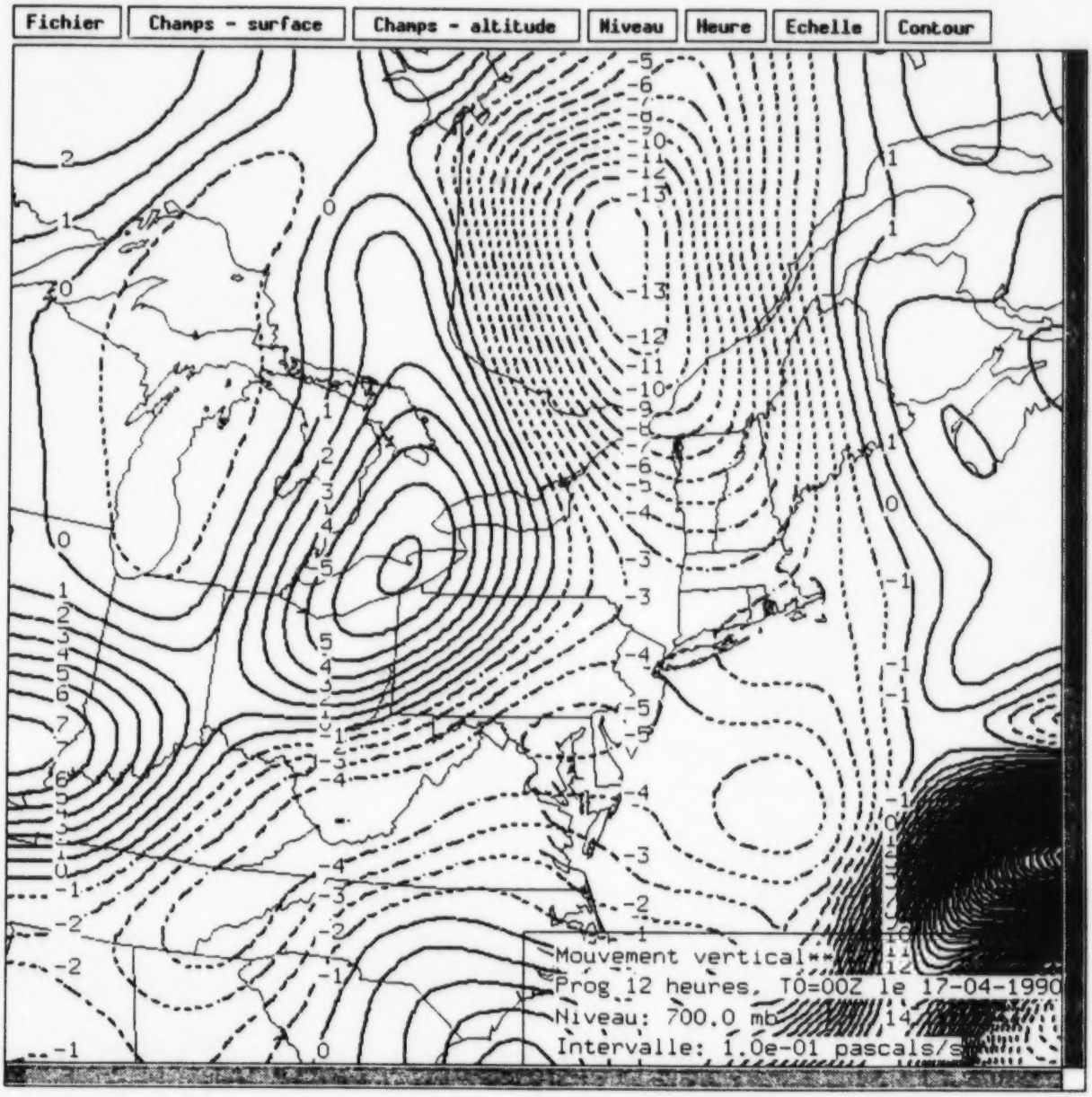

Fig. 5.9: Comme pour la figure 5.2 mais pour la vitesse verticale à 700 mb.

6. Conclusion

Le projet avait pour but de vérifier si les vitesses verticales produites par le logiciel du CRIM à 850 et 700 mb sont utiles comme outil diagnostique. Nos résultats démontent que oui.

Le logiciel est meilleur à 850 mb qu'à 700 mb et c'est donc principalement dans le diagnostic des nuages de bas niveaux qu'il nous serait utile.

Il produit des résultats relativement fiables pour le diagnostic des nuages bas lorsque la vitesse verticale excède un microbar par seconde en valeur absolue. Pour des vitesses supérieures à deux microbars par seconde, il est excellent. De plus, il diagnostique ces vitesses dans près de 23% des cas ce qui nous donne une information très utile pour un nombre relativement grand de points.

Le modèle EFR a des vitesses verticales plus faibles en moyenne que celle du CRIM. Il est un peu meilleur à 700 mb qu'à 850 mb. Ses prévisions de 12 heures sont consistantes avec les vitesses verticales résultant de l'initialisation.

En ce qui concerne le diagnostic des nuages, il donne des résultats comparables à ceux du CRIM. Sa performance ne se détériore pas lorsqu'on compare la vitesse verticale prévue dans 6 et 12 heures avec l'analyse des nuages.

Finalement, mentionnons deux éléments qui sont ressortis lors de notre étude et qui pourraient constituer l'objet de projets futurs:

Le logiciel n'a pas la composante orographique du mouvement vertical pour le moment. Bien que l'on ait enlevé les Appalaches pour faire la vérification, il n'en demeure pas moins que l'orographie joue un rôle important ailleurs. Il serait intéressant de voir l'impact qu'aurait l'inclusion de l'orographie. Il est raisonable de croire que cela permettrait d'améliorer les résultats.

De plus, il serait important de faire une étude de l'impact qu'ont les coefficients d'intégration de l'analyse objective de Barnes sur les champs de pression et de tendance de pression. Notre étude a révélé que ces deux champs pourraient être meilleurs lorsqu'on les compare aux analyses faites par le CMQ. On serait alors en mesure d'optimiser le calcul de la vitesse verticale.